

Е. Д. Копнова, О. М. Розенталь

# Эконометрический анализ экологического менеджмента рыбных ресурсов

*Приводятся результаты эконометрического исследования системы управления рыбохозяйственной деятельностью на водоемах Урала. Показан низкий уровень эффективности этой системы, не позволяющий должным образом использовать рыбные ресурсы региона, и сформулированы рекомендации к ее улучшению. Продемонстрировано преимущество примененной методики для прогнозирования рыбопродуктивности.*

**Ключевые слова:** экологический менеджмент, рыбные ресурсы, рыбопродуктивность, эколого-экономический дисбаланс, панельные данные, панельная коинтеграция, анализ причинности.

## 1. Введение. Актуальность исследования

Российская Федерация располагает крупнейшими запасами пресных вод, богатых рыбными ресурсами, рациональное использование которых регламентировано Федеральным законом от 20 декабря 2004 г. № 166-ФЗ (ред. от 3 декабря 2008 г.) «О рыболовстве и сохранении водных биологических ресурсов» (принят ГД ФС РФ 26 ноября 2004 г.) и Доктриной продовольственной безопасности, утвержденной Указом Президента РФ от 30 января 2010 г. Предусматривается также принятие технического регламента «О безопасности рыбы и рыбной продукции». Вместе с тем результаты анализа рыбохозяйственной деятельности (Горелик и др., 2008; Колядина, 2008) указывают на несбалансированность рыбного хозяйства в большинстве внутренних водоемов страны, которое в одних случаях экологически опасно, а в других — экономически неэффективно. Неудовлетворительной является практика планирования допустимых уловов рыбы, основанная на известных (Мамонтов и др., 2005; Розумная, 2009) методиках расчета и дающая ошибку прогноза продуктивности до 25–30%.

В сложившихся условиях возникает необходимость в разработке новых подходов к исследованию рыбохозяйственной деятельности, позволяющих более корректно выявлять факторы ее продуктивности. В данной работе приводится методика анализа экологического менеджмента рыбных ресурсов, базирующаяся на инструментарии эконометрического моделирования.

## 2. Постановка задачи и содержание исследования

Критерием эффективности экологического менеджмента в рыбной отрасли является обеспечение максимального выпуска качественной продукции при ограничениях, связанных с ресурсными возможностями используемых водоемов. Цель исследования — оценить управляющее воздействие на данную эколого-экономическую систему и оптимизировать

его. Основная задача состояла в выявлении среди многих природных и экономических составляющих системы тех, влияние которых формирует ее траекторию развития. В процессе выполнения работы:

- изучалась степень полноты системы контролируемых показателей;
- проводился сравнительный анализ эффективности рыболовства с разведением и без разведения рыбы;
- исследовался подход к планированию рыболовства и рыборазведения;
- определялась степень эколого-экономического дисбаланса в рыбохозяйственной деятельности;
- оценивались динамические свойства рыбных ресурсов.

Использовался метод панельной коинтеграции, позволяющий объяснять результат действия различных факторов, обеспечивать возможность обоснованного мониторинга и прогноза. При выявлении основных факторов продуктивности применялся также метод главных компонент (Айвазян и др., 2001)<sup>1</sup>.

### 3. Исходные данные

Исследования проводились на основе массивов данных, представленных в отчетах государственного научно-производственного центра рыбного хозяйства ФГУП «Госрыбцентр» за 10 лет (1997–2006 гг.) по 15 водоемам, типичным для уральского региона. Использовались сведения о гидрологическом и химическом составе воды, естественной кормовой базе для рыб, а также рыбоводной и рыболовной деятельности субъектов рыбной отрасли.

### 4. Основные показатели

На первом этапе для каждого водоема проводился анализ частных характеристик рассматриваемой эколого-экономической системы. Среди гидрохимических показателей качества воды были выделены две главные компоненты, которые соответствуют группе щелочноземельных металлов (кальций, магний, калий, натрий) и группе биогенных неметаллов (фосфор, азот). Последовательно выполнялись различные варианты расчетов с показателями качества воды, наиболее тесно коррелирующими с главными компонентами. В статье представлены результаты расчетов, где в роли такого показателя выбрана концентрация ионов фосфора как фактора, особенно значимого для рыбопродуктивности.

При анализе органической составляющей среды обитания ихтиофауны для большинства водоемов была выявлена сходная вариативность биомассы организмов, обитающих в толще воды (планктона) и на дне водоемов (бентоса)<sup>2</sup>. Поэтому в качестве интегрального показателя кормовой базы принималась их суммарная биомасса, приведенная к единичной площади водоема.

<sup>1</sup> Все расчеты выполнялись в EViews 6.1.

<sup>2</sup> Для отдельных водоемов, расположенных в зоне горнозаводского Урала, уменьшение биомассы бентоса возможно вследствие его угнетения накапливающимися на дне токсичными веществами.

Для учета основных видов хозяйственной деятельности — рыборазведения и рыболовства — учитывались показатели бухгалтерской отчетности, отражающие затраты по направлениям основных расходов (на посадку личинок рыб, внесение подкормки, использование рыболовных снастей и механизмов, а также затраты на заработную плату).

Результаты хозяйственной деятельности оценивались величиной ихтиомассы в водоеме (потенциальной рыбопродуктивности) и величиной вылова (промысловой рыбопродуктивности).

Сводка основных показателей приведена в табл. 1.

**Таблица 1.** Основные показатели

Показатель	Характеристика	Обозначение	Единица измерения
Качество воды	Концентрация определенного химического элемента	<i>QW</i>	мг/дм <sup>3</sup>
Кормовая база	Суммарная биомасса планктона и бентоса, приведенная к единичной площади	<i>SM</i>	г/м <sup>2</sup>
Затраты на рыбоводство	Сумма затрат по наиболее типичным направлениям расходов на рыбоводство	<i>INV1</i>	руб./га
Затраты на рыболовство	Сумма затрат по наиболее типичным направлениям расходов на рыболовство	<i>INV2</i>	руб./га
Потенциальная рыбопродуктивность	Средняя ихтиомасса в водоеме на 1 га	<i>BF1</i>	кг/га
Промысловая рыбопродуктивность	Средняя масса вылова с 1 га	<i>BF2</i>	кг/га

## 5. Анализ временных рядов

Анализ динамики отдельных показателей свидетельствует о том, что в большинстве водоемов возрастают как неорганическая, так и органическая составляющие среды обитания рыбы, необходимые для ее воспроизводства. При этом потенциальная рыбопродуктивность проявляет тенденцию к увеличению, хотя общий вылов снижается.

Названные тенденции были подтверждены результатами тестирования соответствующих временных рядов на стационарность. Панельные тесты на единичный корень (EViews 6 User's Guide II, 2007), проведенные для указанных показателей, на уровне значимости 10% свидетельствовали о том, что соответствующие временные ряды — реализации нестационарных случайных процессов с порядком интегрированности 1. В условиях некоторой противоречивости результатов тестирования в пользу надежности вывода принималась приоритетность среднеранговых статистик. В частности, в табл. 2 приводятся результаты тестирования для *INV1* с учетом индивидуальных эффектов и индивидуальных линейных трендов.

В данном случае вывод о виде ряда был сделан с учетом  $P$ -значений одной (Breitung-тест) из двух панельных и двух (IPS-тест, ADF-тест) из трех среднегрупповых статистик.

**Таблица 2.** Панельные тесты на единичный корень для  $INV1$   
( $H_0$ : временной ряд содержит единичный корень)

Переменные		$INV1$		$\Delta INV1$	
Вид статистики	Тест	Значение статистики	$P$ -значение	Значение статистики	$P$ -значение
Панельная статистика	LLC	– 6.811	0.00	– 6.31	0.00
	Breitung	– 0.447	0.32	– 2.78	0.00
Среднегрупповая статистика	IPS	– 0.482	0.31	– 0.68	0.09
	ADF – Fisher	43.971	0.15	47.19	0.02
	PP – Fisher	122.50	0.00	174.31	0.00

## 6. Исследование связи рыбопродуктивности и ее основных факторов

По совокупности водоемов исследовалась зависимость уровня рыбных ресурсов и величины вылова от качества воды, состояния естественной кормовой базы, а также от уровня рыбохозяйственной деятельности, измеряемого суммой затрат на рыборазведение и рыболовство. Для этого построена эконометрическая модель, отражающая связь потенциальной рыбопродуктивности и параметров состояния среды обитания, а также связь промысловой рыбопродуктивности и показателей ресурсных возможностей водоемов.

Базовой гипотезой при моделировании было предположение о возможности формирования устойчивой равновесной траектории развития рассматриваемой системы<sup>3</sup>, характеризующейся сбалансированным взаимовлиянием ее показателей. В качестве основной предпосылки такой гипотезы принималась адаптационная способность ихтиофауны в условиях изменчивости среды обитания.

### 6.1. Анализ долгосрочных зависимостей

Для анализа долгосрочной зависимости использовался метод панельной коинтеграции на основе зависимостей:

$$BF1_{it} = \alpha_{1i} + \mu_{1i}t + \beta_1 QW_{it} + \beta_2 SM_{it} + \beta_3 INV1_{it} + \varepsilon_{1it}; \quad (1)$$

<sup>3</sup> Здесь под равновесной траекторией развития системы понимается ее траектория в условиях долгосрочного равновесия между ее показателями, выражаемого в их связи. Она является устойчивой, если остается равновесной при кратковременном нарушении состояния равновесия.

$$BF2_{it} = \alpha_{2i} + \mu_{2i}t + \beta_4 BF1_{it} + \beta_5 INV2_{it} + \varepsilon_{2it}; \quad (2)$$

$$i = 1, 2, \dots, 15; \quad t = 1, 2, \dots, 10,$$

где  $BF1_{it}$ ,  $BF2_{it}$ ,  $QW_{it}$ ,  $SM_{it}$ ,  $INV1_{it}$ ,  $INV2_{it}$  — значения исследуемых показателей, относящиеся к  $i$ -му озеру в  $t$ -м году;  $\varepsilon_{1it}$ ,  $\varepsilon_{2it}$  — ошибки коинтеграции;  $\alpha_{1i}$ ,  $\alpha_{2i}$  — коэффициенты, соответствующие индивидуальным эффектам;  $\mu_{1i}$ ,  $\mu_{2i}$  — параметры индивидуальных трендов;  $\beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4, \beta_5$  — компоненты коинтегрирующих векторов, характеризующие влияние среды и хозяйственного воздействия на результативность.

Нулевая гипотеза об отсутствии коинтеграции для первой и второй зависимостей отвергалась на уровне значимости 10% соответственно в 4-х и в 3-х из 7 панельных тестов Педрони на коинтеграцию (Pedroni, 2004), (EViews 6 User's Guide II, 2007). В табл. 3 эти результаты выделены жирным шрифтом<sup>4</sup>.

**Таблица 3.** Панельные тесты Педрони на коинтеграцию  
( $H_0$ : коинтеграция отсутствует)

Переменные	<i>BF1, INV1, SM, QW</i>		<i>BF2, INV2, BF1</i>	
	Значение статистики	P-значение	Значение статистики	P-значение
Панельная $v$ -статистика	-0.185	0.573	-3.335	0.999
Панельная rho-статистика	3.246	0.999	2.346	0.991
Панельная PP-статистика	-6.276	0.000	-5.591	0.000
Панельная ADF-статистика	-1.305	0.096	-1.253	0.105
Групповая rho-статистика	4.863	0.000	3.598	0.999
Групповая PP-статистика	-13.693	0.000	-5.660	0.000
Групповая ADF-статистика	-3.630	0.000	-0.368	0.356

Оценивание параметров коинтеграционных уравнений осуществлялось обобщенным методом наименьших квадратов с фиксированными эффектами по водным объектам (табл. 4). Результаты тестирования уравнений на отсутствие фиксированных эффектов свидетельствовали о правильном выборе спецификации ( $\chi^2 = 586.08$ ; Prob. = 0.000 — для первого уравнения,  $\chi^2 = 78.99$ ; Prob. = 0.000 — для второго).

<sup>4</sup> Нулевая гипотеза отвергается, если статистика имеет статистически значимое отрицательное значение. Исключение составляет панельная  $v$ -статистика.

Таблица 4. Оценка долгосрочной связи между показателями

Уравнение (1)			Уравнение (2)		
Переменные	Коэффициенты	Станд. ошибка	Переменные	Коэффициенты	Станд. ошибка
Константа	36.579***	4.508	Константа	2.021	8.155
Затраты на рыбоводство	0.001***	0.000	Потенциальная рыбопродуктив- ность	0.048	0.130
Кормовая база	0.225**	0.112	Затраты на рыболовство	0.006***	0.001
Качество воды	0.003***	0.001			
$R^2$	0.992		$R^2$	0.821	
$DW$	1.229		$DW$	1.572	
Число наблюдений	150		Число наблюдений	150	

\*, \*\*, \*\*\* — уровни значимости 10%, 5% и 1% соответственно.

Результаты тестирования регрессионных остатков на единичный корень также свидетельствовали в пользу коинтеграции между исследуемыми переменными и в основном соответствовали адекватности модели (табл. 5).

Таблица 5. Тесты на единичный корень для регрессионных остатков

Тест	Уравнение (1)		Уравнение (2)	
	Значение статистики	P-значение	Значение статистики	P-значение
LLC	-10.0	0.000	-3.577	0.000
Breitung	-2.2	0.014	-0.712	0.238
IPS	-1.6	0.061	0.367	0.643
ADF – Fisher	61.2	0.001	28.513	0.543
PP – Fisher	126.8	0.000	80.439	0.000

Из табл. 4 видно, что учтенные факторы обуславливают результативность рыбоводства практически на 100%, а рыболовства — на 80%. В уравнении (1) все оценки искомого коинтегрирующего вектора оказались статистически значимыми на уровне 0.05 и имели ожидаемые знаки. Расчет стандартизированных коэффициентов свидетельствует о приоритетности влияния на рыбопродуктивность гидрохимического показателя (0.086) по сравне-

нию с показателем кормовой базы (0.035), а также существенном влиянии хозяйственной деятельности (0.046).

Кроме того, результаты указывают на неэффективность осуществляемой рыболовной деятельности, при которой каждый килограмм сырой рыбной продукции требует вложения одной тысячи рублей. Это по меньшей мере вдвое менее рентабельно, чем внесение фосфорсодержащих удобрений, что позволяет рекомендовать переориентацию денежных средств преимущественно на «подкормку» водных экосистем. В уравнении (2) статистически незначимым оказался коэффициент при потенциальной рыбопродуктивности. Такой результат представляется правдоподобным и соответствует практике систематического «недолова», когда улов в основном определяется затраченными средствами.

## 6.2. Анализ краткосрочных зависимостей

Соответствующие уравнения с механизмом корректировки равновесия тестировались по панельным данным в виде:

$$\Delta BF1_{it} = \alpha_{1i}^{(\Delta)} + \beta_1^{(\Delta)} \Delta QW_{it} + \beta_2^{(\Delta)} \Delta SM_{it} + \beta_3^{(\Delta)} \Delta INV1_{it} + \delta_1^{(\Delta)} ECM1_{it-1} + \varepsilon_{1it}^{(\Delta)}; \quad (3)$$

$$\Delta BF2_{it} = \alpha_{2i}^{(\Delta)} + \beta_4^{(\Delta)} \Delta BF1_{it} + \beta_5^{(\Delta)} \Delta INV2_{it} + \delta_2^{(\Delta)} ECM2_{it-1} + \varepsilon_{2it}^{(\Delta)}, \quad (4)$$

$$i = 1, 2, \dots, 15; \quad t = 1, 2, \dots, 10,$$

где  $\Delta BF1_{it} = BF1_{it} - BF1_{it-1}$ ;  $\Delta BF2_{it} = BF2_{it} - BF2_{it-1}$ ;  $\Delta QW_{it} = QW_{it} - QW_{it-1}$ ;  $\Delta SM_{it} = SM_{it} - SM_{it-1}$  — абсолютные приросты соответствующих показателей;  $\alpha_{1i}^{(\Delta)}$ ,  $\alpha_{2i}^{(\Delta)}$  — коэффициенты, характеризующие индивидуальные эффекты;  $ECM1_{it-1}$ ,  $ECM2_{it-1}$  — механизмы корректировки равновесия, представляющие собой остатки соответствующих коинтеграционных уравнений;  $\delta_1^{(\Delta)}$ ,  $\delta_2^{(\Delta)}$  — коэффициенты, характеризующие скорость восстановления равновесного состояния соответственно  $BF1$  и  $BF2$ ;  $\beta_1^{(\Delta)}$ ,  $\beta_2^{(\Delta)}$ ,  $\beta_3^{(\Delta)}$ ,  $\beta_4^{(\Delta)}$ ,  $\beta_5^{(\Delta)}$  — коэффициенты регрессии;  $\varepsilon_{1it}^{(\Delta)}$ ,  $\varepsilon_{2it}^{(\Delta)}$  — ошибки регрессии.

Оценивание параметров осуществлялось обобщенным методом моментов (табл. 6).

В уравнении (3) коэффициенты при показателях прироста качества воды и кормовой базы статистически незначимые. Высокий уровень неопределенности этих оценок можно объяснить неполнотой гидрохимического анализа или «феноменом насыщения», означающим формирование метастабильного в краткосрочном периоде состояния водной экосистемы. В уравнении (4), как и в случае оценивания долгосрочной связи, незначимым оказался параметр, характеризующий влияние потенциальной рыбопродуктивности. Коэффициенты при  $ECM1$  и  $ECM2$  значимые и имеют правильный (при наличии коинтеграции) знак. Они показывают, что корректировка результирующего показателя при отклонении его от равновесной траектории происходит примерно за  $1/0.547 \approx 2$  года для потенциальной рыбопродуктивности и  $1/0.843 \approx 1$  год — для промысловой. Этот факт указывает на очевидное «запаздывание» отдачи от рыбозаведения по сравнению с отдачей от рыболовства.

Таблица 6. Оценка краткосрочной связи между показателями

Уравнение (3)			Уравнение (4)		
Переменные	Коэффициенты	Станд. ошибка	Переменные	Коэффициенты	Станд. ошибка
Затраты на рыбоводство (прирост)	0.001**	6.153	Потенциальная рыбопродуктив- ность (прирост)	-0.054	0.131
Кормовая база (прирост)	0.055	0.096	Затраты на рыболовство (прирост)	0.006***	0.001
Качество воды (прирост)	-0.001	0.001			
Механизм корректировки равновесия, соответствующий уравнению (1), ( $t-1$ )	-0.547***	0.080	Механизм корректировки равновесия, соответствующий уравнению (2), ( $t-1$ )	-0.843***	0.079

\*, \*\*, \*\*\* — уровни значимости 10%, 5% и 1% соответственно.

Е. Д. Копнова, О. М. Розенталь

## 7. Анализ индивидуальных эффектов

Фиксированные эффекты для потенциальной и промысловой рыбопродуктивности сопоставлялись путем приведения их средних значений к нулевому уровню (рис. 1). Видно, что водоемы существенно отличаются по каждому из указанных показателей и практически для всех них велика разность между значениями  $BF1$  и  $BF2$ . Положительная разность свидетельствует о «недолове», а отрицательная — о «перелове» рыбы. Первый случай соответствует экономически неэффективному, а второй — экологически ущербному использованию рыбных ресурсов.

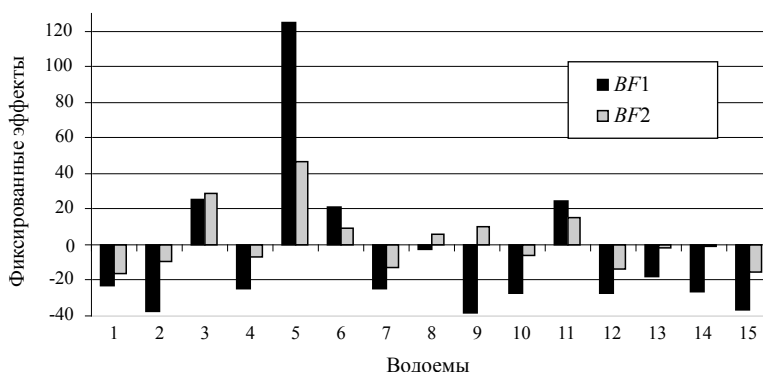


Рис. 1. Фиксированные эффекты



Таким образом, исследованная рыбохозяйственная деятельность в целом характеризуется эколого-экономическим дисбалансом. Его количественная оценка, выраженная средним отношением модулей фиксированных эффектов  $BF2$  к  $BF1$ , достигает 54%.

## 8. Анализ причинности

Для характеристики связи рыбопродуктивности (потенциальной и промысловой) и факторов ее воспроизводства осуществлялся анализ причинности с помощью теста Гранжера для различных пар переменных с учетом уравнений вида:

$$\Delta y_{it} = \alpha_i + \gamma \Delta y_{it-1} + \beta \Delta x_{it-1} + \delta ECM_{it-1} + \varepsilon_{it}, \quad (5)$$

$$i = 1, 2, \dots, 15; \quad t = 1, 2, \dots, 10,$$

где  $\Delta y_{it}$ ,  $\Delta y_{it-1}$  — абсолютные приросты переменной-следствия  $y$ ;  $\Delta x_{it-1}$  — абсолютные приросты переменной-причины  $x$ ;  $ECM_{it-1}$  — механизм корректировки равновесия для  $x$  и  $y$ ;  $\varepsilon_{it}$  — ошибки регрессии;  $\alpha_i$  — коэффициенты, соответствующие индивидуальным эффектам;  $\gamma, \beta, \delta$  — коэффициенты регрессии.

Результаты анализа приведены в табл. 7–8, где переменные-следствия указаны в крайнем левом столбце, переменные-причины — в верхней строке. В нижней строке приводятся коэффициенты  $\beta$  и  $\delta$ , характеризующие степень причинно-следственной зависимости между переменными соответственно в долгосрочной и краткосрочной перспективе. На пересечении строк и столбцов размещены знаки этих коэффициентов, значимых на уровне 0.05, а также нули для незначимых.

Полученные оценки прежде всего свидетельствуют об устойчивости парных связей между анализируемыми переменными, поскольку преобладают значимые коэффициенты долгосрочной зависимости. Так, качество воды и кормовой базы — постоянно действующие факторы влияния на экосистему. То же касается потенциальной рыбопродуктивности, которая обуславливает планируемые инвестиции в рыболовство и фактический вылов. Характерно, что планирование инвестиций в существующей системе рыбозаведения не обусловлено ни одним из рассматриваемых факторов. А сами по себе эти инвестиции значимы для экосистемы лишь в долгосрочной перспективе, а в краткосрочной — только для потенциальной рыбопродуктивности (например, при посадке мальков).

Видно также, что изменение фактического вылова является причиной изменения потенциальной рыбопродуктивности не только в ближайшее время, но и в будущем, что указывает на неудовлетворительное (вероятно, стихийно складывающееся) планирование заготовки рыбной продукции. Это согласуется с тем фактом, что инвестиции в рыболовство определяются уже имеющимся выловом: хозяйственники охотнее вкладывают средства, если очевиден доход. Следует заметить, что о необходимости изменения существующего порядка планирования «по фактическому вылову» свидетельствует и возможность получения более высокого дохода через один-два года, соответствующие сроку релаксации рассматриваемой системы.

В целом тестирование на причинность подтверждает возможность использования результатов моделирования, приведенных ранее.

Таблица 7. Анализ причинности: переменные уравнения (1)

Переменные	INV1		QW		SM		BF1	
INV1			0	0	0	0	0	0
QW	0	–			0	0	0	0
SM	0	–	0	–			0	0
BF1	+	–	0	–	0	–		
Коэффициенты	$\beta$	$\delta$	$\beta$	$\delta$	$\beta$	$\delta$	$\beta$	$\delta$

Таблица 8. Анализ причинности: переменные уравнения (2)

Переменные	BF1		INV2		BF2	
BF1			0	0	+	–
INV2	0	–			+	–
BF2	0	–	+	–		
Коэффициенты	$\beta$	$\delta$	$\beta$	$\delta$	$\beta$	$\delta$

## 9. Прогнозирование

Исследовалась возможность использования модели коинтеграции для прогнозирования потенциальной и промысловой рыбопродуктивности. Были получены прогнозные оценки этих величин на 2008 г. для озер Курганской области, которые сопоставлялись с соответствующими значениями, заимствованными из отчета ФГУП «Госрыбцентра». Оказалось, что модель позволяет прогнозировать с ошибкой около 10% для потенциальной рыбопродуктивности и около 20% — для промысловой (рис. 2), что почти в два раза точнее, чем по традиционной методике.

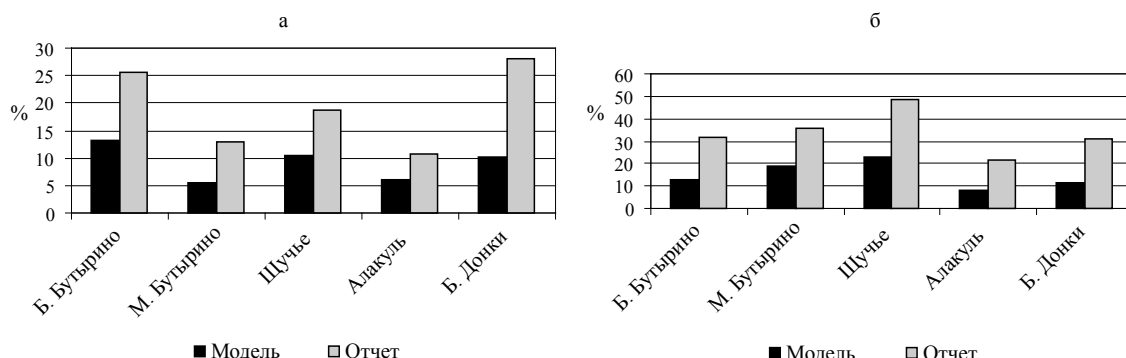
## 10. Заключение

На основе проведенного исследования можно сделать следующие выводы.

- Результаты рыбохозяйственной деятельности в уральском регионе в долгосрочной перспективе формируются на 80–90% под воздействием трех факторов: а) инвестиций; б) биогенных гидрохимических элементов; в) кормовой базы. В краткосрочной перспективе обнаружено только влияние первого фактора. При воздействии кратковременных неучтенных факторов («шоков») релаксация результативных показателей происходит за 1–2 года.

- Организация рыбного хозяйства неоптимальная, поскольку:

- рыболовство осуществляется таким образом, что возникает эколого-экономический дисбаланс, достигающий свыше 50% от потенциальной рыбопродуктивности;
- рыборазведение требует вложений до одной тысячи рублей на каждый килограмм продукции, оно почти на порядок более затратное, чем рыболовство;
- планирование объема инвестиций определяется преимущественно величиной текущего вылова без учета фактической рыбопродуктивности.



**Рис. 2.** Ошибка прогноза а) потенциальной и б) промысловой рыбопродуктивности для озер Курганской области, 2008 г.

- Ошибка прогноза рыбопродуктивности снижается вдвое при использовании коинтеграционных соотношений.
- К основным рекомендациям по оптимизации управляющего воздействия на эколого-экономическую систему можно отнести:
  - изменение структуры затрат в системе рыборазведения с учетом приоритетности влияния гидрохимической составляющей и определение мер по сохранению и улучшению качества воды;
  - территориальное перераспределение средств в системе рыболовства, включая имеющийся в регионе эколого-экономический дисбаланс, и разработка механизмов наиболее рационального использования рыбных ресурсов.

### Список литературы

- Айвазян С. А., Мхитарян В. С. (2001). Прикладная статистика и основы эконометрики. М.: Юнити.
- Горелик О. В., Костенко Ю. В. (2008). Сравнительная оценка продуктивности рыбных хозяйств в зоне Южного Урала. *Аграрный вестник Урала*, 10, 71–73.
- Колядина И. В. (2008). Рыбохозяйственный комплекс России: современное состояние, проблемы и перспективы развития. *Вестник Астраханского государственного технического университета*, 4, 34–39.
- Мамонтов Ю. П., Литвиненко А. И., Иванов Д. И., Скляр В. Я. (2005). *Рыбное хозяйство внутренних пресноводных водоемов России*. С-Пб.: ГосНИОРХ.
- Розумная Л. А. (2009). Влияние рыбохозяйственной деятельности на экологическое состояние Бисеровского карьера. *Ученые записки Российского государственного социального университета*, 5, 164–168.
- EViews 6 User's Guide II. Quantitative Micro Software. LLC. 2007.
- Pedroni P. (2004). Panel cointegration; asymptotic and finite sample properties of pooled time series tests with an application to the PPP hypothesis. *Econometric Theory*, 20, 597–625.